

RANCANG BANGUN APLIKASI PIANO MENGGUNAKAN METODE SINE, KARPLUS, DAN WAVETABLE

Design Application Of Piano Using Sine, Karplus, And Wavetable Method

Baiq Nurjanah¹, Bulkis Kanata², Made Sutha Yadnya³

ABSTRAK

Rancang bangun aplikasi piano adalah sebuah *software* yang dapat memadukan not-not musik menjadi sebuah lagu. Dengan mengolah frekuensi-frekuensi not musik tersebut akan diperoleh suara yang berlainan dari tiap nada. Untuk suara yang dihasilkan aplikasi piano akan dibandingkan dengan suara dari alat musik piano atau keyboard. Adapun tujuan penelitian Untuk membuat suatu aplikasi piano dengan metode *sine*, *karplus*, dan *wavetable* sehingga musik yang diinginkan dapat dibuat tanpa bantuan alat musik. Untuk membandingkan nada hasil dari aplikasi piano dengan nada hasil rekaman piano.

Hasil yang didapat dari penelitian membuktikan bahwa hasil korelasi silang antara dua sinyal yang berbeda, masing-masing hasil korelasi silang dari sinyal piano dengan sine sebesar 0.2328, piano dengan sinus teredam sebesar 0.2577, piano dengan karplus sebesar 0.4902, piano dengan wavetable sebesar 0.3617. Untuk hasil persentase kualitas suara jernih responden menjawab 63% piano, 37% sinus teredam. Untuk kualitas suara yang jelas responden menjawab 57% piano, 43% sinus teredam. Dan untuk kualitas suara yang keras responden menjawab 100% karplus. Sedangkan dari sampel yang dibangkitkan untuk sampel suara yang memiliki kualitas suara lebih baik, responden menjawab 100% sinus teredam.

Kata Kunci : *Pengolahan sinyal Digital, FFT, Sinus, Karplus Strong, Wavetable*

ABSTRACT

Design of the piano is a software application that can integrate musical notes into a song . With processing frequencies will be obtained musical notes sound different from each tone. For applications piano sound produced will be compared with the sound of a piano or keyboard. The purpose of research To create an application with the piano sine, Karplus, and wavetable method so desired music can be made without the help of an instrument. To compare the results of the application piano tone with tone piano recordings .

The results obtained from the research proved that the results of the cross-correlation between two different signals, each the result of cross correlation of a signal with an sine of piano, piano with 0.2328 damped sine of 0.2577, piano with karplus of 0.4902, piano with wavetable of 0.3617. Results for crystal clear sound quality percentage of respondents answering piano, 63% 37% damped sine. For a clear sound quality the respondents answer 57%, 43% damped sine. And for the quality of the sound that loud respondents answered 100% karplus. While from samples that are raised to the sample voice that has better sound quality, respondents answered 100% damped sine.

Keywords: *Digital signal processing, FFT, Sine, Karplus Strong, Wavetable*

PENDAHULUAN

Saat ini komputer memegang peranan penting dalam perkembangan produksi teknologi audio. Dengan penerapan *hardware* dan *software* yang tepat sistem komputer dapat digunakan untuk pembuatan lagu. Pengenal penutur merupakan proses mengenali identitas dari seorang penutur dengan membandingkan fitur-fitur suara yang di-input-kan dengan semua fitur-fitur dari setiap penutur yang ada dalam database, demikian halnya dengan pengolahan sinyal secara digital

yang telah diterapkan begitu luas. Sebagai penerapan dari pengolahan sinyal digital menggunakan sistem komputer, untuk itu dibuat suatu *aplikasi piano dengan metode sine, karplus, dan wavetable*. Untuk membuat musik sendiri, biasanya dibutuhkan alat musik, seperti piano.

Rancang bangun aplikasi piano adalah sebuah *software* yang dapat memadukan *not-not* musik menjadi sebuah lagu. Dengan pengolahan sinyal digital, pembuatan sebuah rancang bangun aplikasi piano dapat

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia
Email : baiqnurjanah10@yahoo.com¹, uqikanata@te.ftunram.ac.id², msyadnya@unram.ac.id³

dilakukan melalui proses pembangkitan frekuensi dari *not-not* musik yang kemudian diolah dengan *Matlab*. Dengan mengolah frekuensi-frekuensi *not* musik tersebut akan diperoleh suara yang berlainan dari tiap nada. Dari nada-nada tersebut akan diatur dan dipadukan sehingga akan menghasilkan sebuah lagu. Dari hasil aplikasi piano tadi akan dibandingkan dengan rekaman suara dari piano.

Musik. Musik adalah suatu seni yang berbentuk suara yang didapatkan dari penggabungan berbagai elemen yang menjadikannya enak untuk didengarkan. Elemen-elemen yang umumnya membentuk suatu musik antara lain *pitch*, *ritmus*, dan *dinamika*.

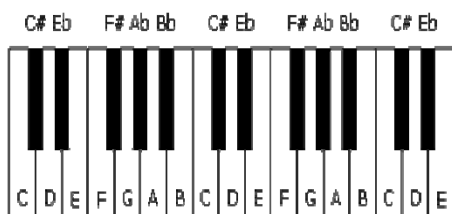
Nada. Nada dapat diartikan sebagai tanda yang digunakan dalam dunia musik untuk menampilkan *durasi* dan *pitch* dari suara. Umumnya, nada-nada dalam musik dapat ditulis dalam 7 buah huruf, yaitu A, B, C, D, E, F, dan G.

Nada mempunyai empat unsur:

1. Frekuensi adalah jumlah getaran dalam setiap detik
2. *Amplitudo* adalah ukuran lebar dari getaran benda
3. Panjang pendeknya nada tergantung pada lamanya bergetar.
4. *Timbre* merupakan warna yang berbeda dari tiap nada.

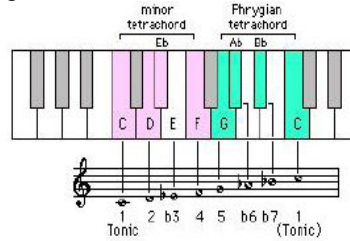
Tangga Nada. Tangga nada merupakan susunan berjenjang dari nada-nada pokok suatu sistem nada. Tangga nada dimulai dari salah satu nada dasar sampai dengan nada *oktafnya*. Urutan tersebut dikenal dengan *do, re, mi, fa, sol, la, si, do*.

Tangga Nada Kromatik. Kumpulan dari semua nada dalam musik disebut sebagai tangga nada *kromatik*, sebuah nama berasal dari bahasa Yunani: *chroma*, yang artinya warna. Dalam hal ini tangga nada *kromatik* berarti "nada dari tiap warna".



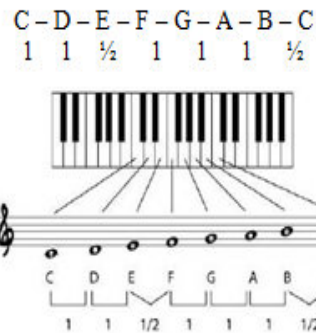
Gambar 1 Tangga nada kromatik pada piano(Supriansyah,2013)

Tangga Nada Minor. Tangga nada *minor* termasuk tangga nada *diatonik*. Sama seperti tangga nada *mayor*, tangga nada *minor* biasanya bersifat sedih dan kurang bersemangat.



Gambar 2 Tangga nada *minor* pada keyboard (Supriansyah,2013)

Tangga Nada Mayor. Tangga nada *mayor* adalah salah satu tangga nada *diatonik*. Skala ini tersusun oleh delapan *not*. Biasanya lagu yang menggunakan tangga nada *mayor* memiliki sifat lagu yang ceria ataupun semangat.



Gambar 3 Tangga nada *mayor* pada keyboard

Dasar Pengolahan Sinyal Digital (PSD). Pengolahan sinyal digital merupakan suatu teknologi yang saat ini sudah mendasari hampir seluruh bidang dalam kehidupan manusia. Pengolahan sinyal digital dibedakan dengan bidang *sains* yang lain karena keunikan data yang diolahnya, yaitu sinyal. Sinyal yang diolah pada umumnya berasal dari alam dalam bentuk *analog*. Lalu sinyal ini diubah dalam bentuk *digital* melalui proses *sampling*, kuantisasi, dan *coding*. Semua proses ini dilakukan oleh alat yang bernama ADC (*Analog to Digital Converter*). Setelah sinyal menjadi bentuk *digital*, barulah diproses secara *digital* oleh prosesor DSP. Hasil keluaran dari proses ini selanjutnya diubah menjadi *analog* kembali oleh DAC (*Digital to Analog Converter*). Berikut ini adalah beberapa teori yang penting dalam PSD:

Discrete Fourier Transform (DFT). DFT merupakan perluasan dari transformasi Fourier yang berlaku untuk sinyal-sinyal diskrit dengan panjang yang terhingga. Semua sinyal periodik terbentuk dari gabungan sinyal-sinyal sinusoidal.

Perumusannya sebagai berikut:

$$x[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-jkw_0n} \dots\dots\dots (1)$$

Fast Fourier Transform (FFT). Fast Fourier Transform merupakan sebuah algoritma yang digunakan untuk mesin perhitungan yang melakukan perhitungan fourier yang kompleks. Transformasi linear, terutama fourier dan lapace, digunakan untuk menyelesaikan persoalan dalam sistem linear(Basuki,2009). Adapun persamaan dari FFT adalah:

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) WN^{kn} \dots\dots\dots (2)$$

Frame Blocking. Frame Blocking merupakan pembagian sinyal audio menjadi beberapa frame yang akan memudahkan dalam perhitungan dan analisa sinyal, satu frame terdiri dari beberapa sampel tergantung tiap berapa detik suara yang akan disampel dan besarnya frekuensi samplingnya.

$$SFr = Fs * (t / 1000.) \dots\dots\dots (3)$$

Korelasi silang. Korelasi sebuah sinyal dengan sinyal lainnya. Dari sini dapat dilihat kemiripan kedua sinyal tersebut. Fungsi korelasi silang menunjukkan ketergantungan harga simpangan satu sinyal dengan harga simpangan sinyal lainnya pada kondisi pengukuran yang sama. Secara matematis korelasi silang dapat dituliskan sebagai berikut:

$$Rxy[k] = \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x[n]y[nk] \dots\dots\dots (4)$$

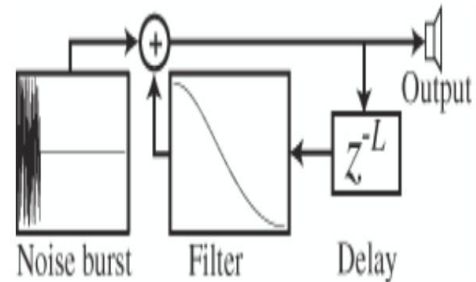
Sinus. Gelombang sinus atau sinusoidal adalah kurva matematis yang menggambarkan osilasi berulang halus.

$$y = A \sin(2\pi ft + \varphi) = A \sin(\omega t + \varphi) \dots\dots\dots (.5)$$

Sinus Teredam. Gelombang sinus teredam adalah fungsi sinusoidal yang amplitudo mendekati nol terhadap waktu. Gelombang sinus menggambarkan fenomena berosilasi yang banyak. Ketika gelombang damped (teredam), tiap puncak sinyal berturut-turut berkurang seiring waktu.

$$y(t) = A \cdot e^{-\lambda t} \cdot \sin(\omega t + \varphi) \dots\dots\dots (6)$$

Karplus Strong. Karplus Strong Algorithm merupakan algoritma sintesis wavetable yang melakukan modifikasi sendiri. Cara kerja metode dari sintesis model fisik ini adalah melakukan loop terhadap waveform pendek melalui suatu delay pada filter untuk mensimulasikan suara string yang dipetik seperti pada alat musik perkusi.



Gambar 5 Blok Diagram Karplus Strong (Karplus,1983)

Algoritma Karplus Strong dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan berikut ini:

$$Y_t = \frac{1}{2} (Y_{t-p} + Y_{t-p-1}) \dots\dots\dots (7)$$

Wavetable. Sintesis wavetable fundamental didasarkan pada satu-siklus gelombang dalam sintesis wavetable, beberapa metode yang digunakan untuk memvariasikan definisi gelombang atau waveshape, dengan 1 derajat modulasi, gelombang ini adalah satu dimensi dari array dua dimensi(Prof David Marshall).

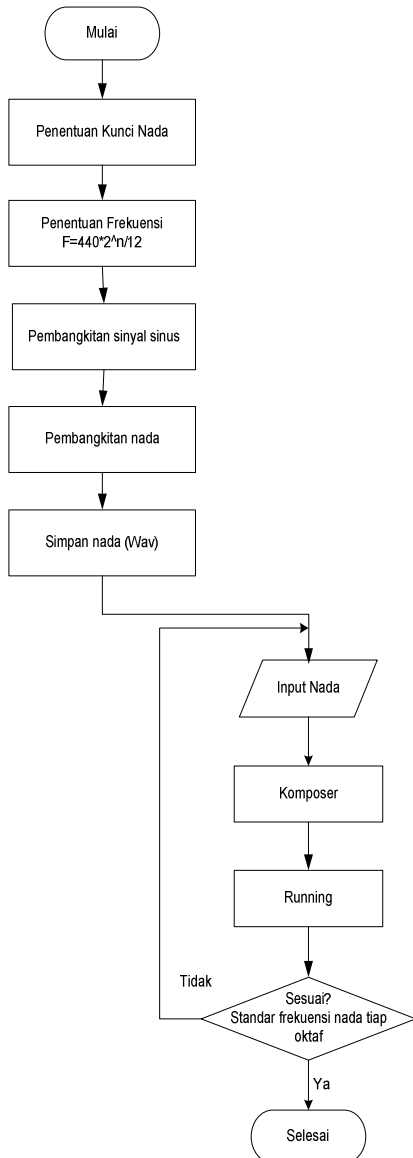
$$S = N \frac{f}{Fs} \dots\dots\dots (8)$$

METODOLOGI PENELITIAN

Alat Penelitian. Alat penelitian yang digunakan yaitu :

1. Perangkat lunak
 - Sistem operasi *Microsoft Windows 7 Ultimate*
 - Aplikasi *Matlab*
 - Aplikasi *Audacity*
2. Perangkat keras
 - Laptop dengan spesifikasi *prosesor Pentium, RAM 2 GB, hard disk 500 GB*
 - *Kabel Jack*

Analisa Prosedur.

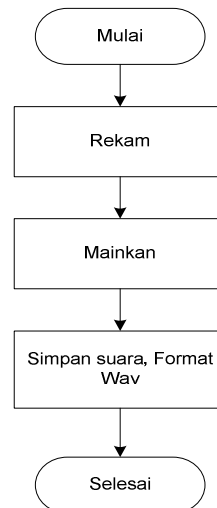


Gambar 6 Blok Diagram Rancang Bangun Aplikasi Piano

Penjelasan Blok Diagram diatas :

1. Menentukan nomor kunci nada dasar dari masing-masing nada bilah-bilah kunci piano.
2. Menentukan frekuensi nada-nada tunggal dari alat musik piano. Dalam menentukan frekuensi masing-masing nada dilakukan dengan cara mengurangkan nomor kunci nada yang dicari dengan nomor kunci nada dasar kemudian frekuensi nada dasarnya dikalikan dengan 2 hasil pengurangan/12. Dengan menggunakan standart frekuensi sebesar 440 Hz.

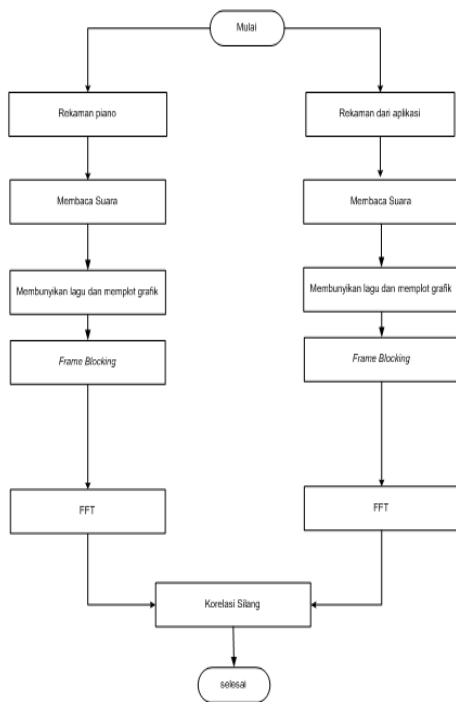
3. Kemudian untuk menyuarakannya maka dibangunlah sebuah sinyal sinus dengan frekuensi-frekuensi tersebut.
4. Lamanya frekuensi tersebut disuarakan menentukan panjangnya suara nada tersebut.
5. Setelah diketahui frekuensi nada-nada tunggal dari piano tersebut maka frekuensi-frekuensi tersebut diolah dengan menggunakan pemrograman *Matlab*.
6. Selanjutnya frekuensi nada-nada yang telah diolah dan dibangkitkan pada *Matlab* disimpan dalam format *Wav*.
7. Nada-nada yang telah disimpan dalam format *Wav* kemudian akan diinput dalam yang dibangkitkan yang telah dibuat pada GUI *Matlab*.
8. Nada-nada yang telah diinputkan disesuaikan dengan nama tuts yang dibangkitkan piano agar nada tersebut dibaca pada script *Matlab*.
9. Nada yang sudah dimasukkan dalam bentuk nada-nada tunggal pada tuts aplikasi akan dijalankan pada *matlab* untuk mengetahui apakah nada-nada yang telah diinputkan tersebut sesuai dengan standar frekuensi tiap oktaf pada nada. Jika hasilnya tidak sesuai maka proses akan kembali ke input nada sampai proses selesai.



Gambar 7 Blok Diagram perekaman suara pada piano dan aplikasi Analisa prosedur perekaman pada piano dan aplikasi :

1. Perekaman suara pada piano dan aplikasi dilakukan dengan menggunakan bantuan *software audacity*.

2. Setelah *software* audacity dibuka kemudian mulai merekam dengan memilih button rekam yang ada pada menu *audacity*.
3. Ketika rekaman mulai berjalan saat itu juga piano mulai dimainkan sesuai dengan yang diinginkan sehingga mendapatkan juga suara yang diinginkan.
4. Setelah selesai perekaman maka memilih *button* berhenti untuk menghentikan perekaman. Kemudian simpan suara dengan nama yang diinginkan, dimana ekstensinya menggunakan *Wav*.



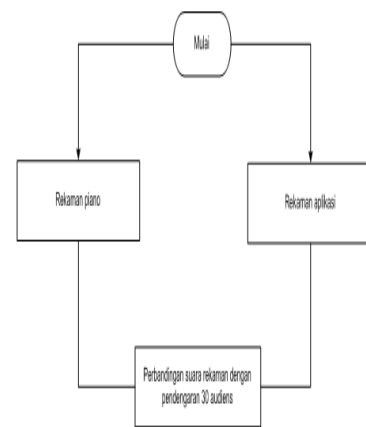
Gambar 8 Blok Diagram perbandingan korelasi silang antara suara piano dan suara dari aplikasi

Analisa perbandingan antara suara pada piano dan aplikasi dengan korelasi kedua suara rekaman.

1. Untuk perbandingan suara rekaman terdapat dua rekaman yaitu rekaman yang dibangkitkan dan rekaman dari piano.
2. Suara rekaman tersebut akan dibaca pada saat menjalankan program.
3. Suara rekaman yang terbaca tersebut akan dijalankan dan akan terlihat hasil plot grafik sinyal suara tersebut.
4. Setelah output plot grafik sinyal dari suara rekaman tersebut, suara akan dipotong dalam potongan-potongan waktu dimana

frekuensi sampling harus dua kali dari frekuensi yang disampling.

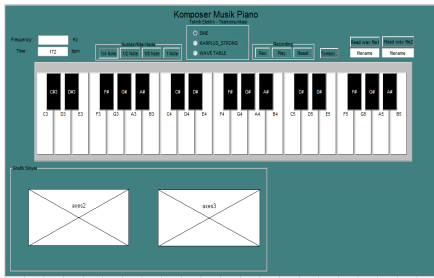
5. Suara yang telah mengalami proses sampling akan melakukan proses *frame blocking*. *Frame blocking* merupakan pembagian sinyal suara menjadi beberapa frame, satu frame terdiri dari beberapa sampel tergantung tiap berapa detik suara yang akan disample dan besarnya frekuensi samplingnya.
6. Setelah melewati proses framing maka suara akan melewati proses *fast fourier transform* (FFT). FFT adalah algoritma cepat untuk mengimplementasikan *discrete fourier transform* (DFT). FFT ini mengubah masing-masing *frame* N sampel dari domain waktu menjadi domain frekuensi.
7. Sinyal suara yang telah diolah dari domain waktu menjadi domain frekuensi pada proses FFT kemudian sinyal suara dari rekaman piano dan yang dibangkitkan tersebut di korelasi. Korelasi adalah formula yang dapat menunjukkan hubungan kemiripan antara 2 sinyal.
8. Proses selesai.



Gambar 9 Perbandingan rekaman piano dan aplikasi dengan pendengaran

Analisa perbandingan antara suara pada piano dan yang dibangkitkan dengan pendengaran beberapa audiens. Hasil dari kedua rekaman akan dibandingkan antara suara piano dengan suara yang dibangkitkan, dimana perbandingan dilakukan dengan melibatkan beberapa audiens. Yang dimana audiens tersebut telah diperdengarkan hasil rekaman dari kedua suara hasil rekaman sehingga dapat membandingkannya.

Rancang Bangun Aplikasi Piano

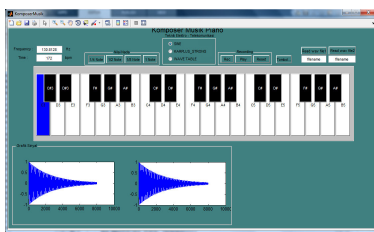


Gambar 10 Perancangan menu aplikasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada dasarnya tahapan yang dilakukan pada proses pengambilan sampel dari rekaman piano dan dari aplikasi, secara keseluruhan menggunakan cara yang sama. Berdasarkan tahapan experimen yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil penelitian. Dan pengujian aplikasi berdasarkan perancangan untuk masing-masing tombol.

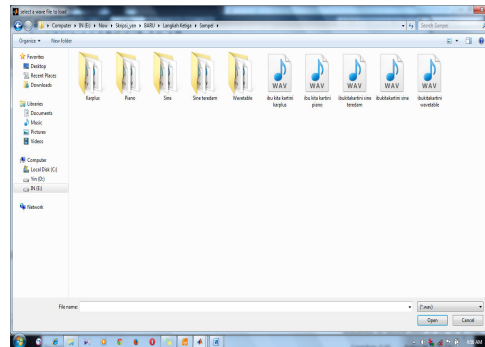
Pengujian Tombol Nada. Pengujian tombol nada dilakukan dengan menekan masing-masing kunci dari nada tersebut. Suara yang dihasilkan masing-masing kunci dari nada berbeda dan bentuk sinyal yang dihasilkan juga akan berbeda sesuai dengan frekuensi dari nada tersebut. Terdapat 36 kunci nada dimulai dari oktaf 3 sampai oktaf 5. Sedangkan untuk mendengar masing-masing nada dengan nilai nada yang berbeda dapat mengganti dengan pilihan panjang nada $\frac{1}{4}$ note, $\frac{1}{2}$ note, $\frac{1}{8}$ note dan 1 note. Pada aplikasi juga terdapat 3 effect suara yang dihasilkan yaitu sine, karplus, dan wavetable. Bentuk sine memiliki dua suara yang berbeda yaitu suara sinusoidal murni dan suara sinusoidal teredam.



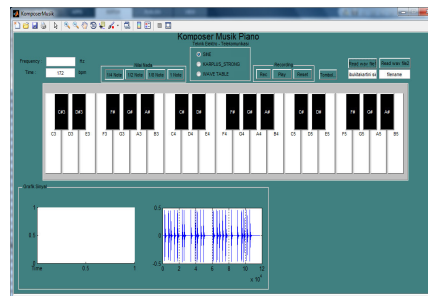
Gambar 11 Tampilan Keluaran Nada

Dari Gambar 11 dapat dilihat bentuk dari nada C3 sinus teredam dengan amplitudo dari sinyal mendekati nol terhadap waktu. Pada label frekuensi menunjukkan frekuensi dari nada C3.

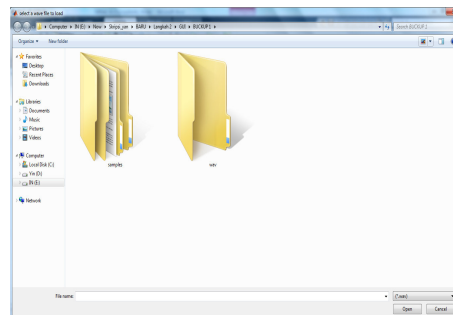
Pengujian Tombol Read Wave. Untuk melihat hasil pengambilan sampel suara dengan menekan tombol read wave. Pada pengujian tombol read wave inputan suara menggunakan lagu ibu kita kartini sinus teredam. Terlihat plot bentuk sinyal dari lagu ibu kita kartini sinus teredam dimana amplitudo pada akhir sinyal mendekati nol. Sedangkan nama dari lagu yang di input akan terlihat di bawah tombol read wave.



Gambar 12 Inputan lagu ibu kita kartini

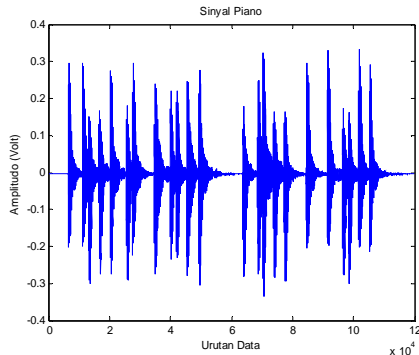


Gambar 13 Tampilan Keluaran lagu ibu kita Kartini

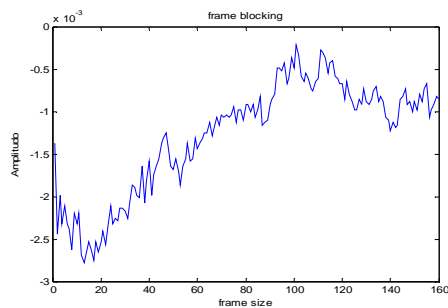


Gambar 14 Inputan lagu ibu kita kartini yang akan dianalisa

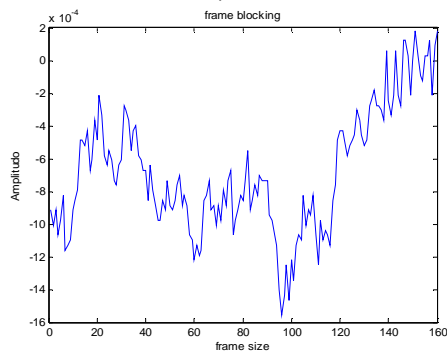
Tombol Analisa Sinyal



Gambar 15 plot laguibu kita kartini sinus terdedam

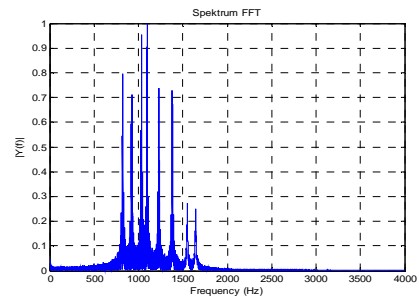


Gambar 16 plot lagu ibu kita kartini setelah proses frame blocking(frame pertama)



Gambar 17 plot lagu ibu kita kartini setelah proses frame blocking(frame pertama)

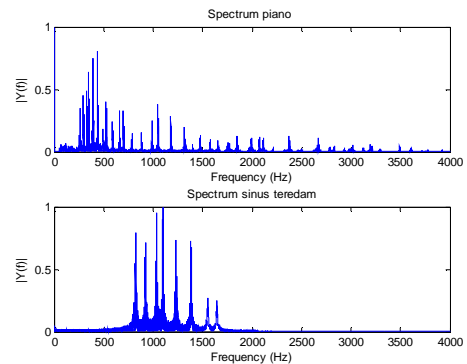
Pada gambar di atas sinyal suara dipotong dengan ukuran frame sepanjang 160 pada setiap pergeseran 80 dengan frekuensi sampling sebesar 8000 Hz. Setiap potongan tersebut dinamakan frame. Jadi setiap satu frame terdapat 160 sampel dari 8000 sampel yang ada, terlihat perbedaan bentuk sinyal yang dihasilkan frame pertama dan kedua dengan besar amplitudo masing-masing frame berbeda-beda dengan ukuran frame sama.



Gambar 18 plot laguibu kita kartini setelah proses fft

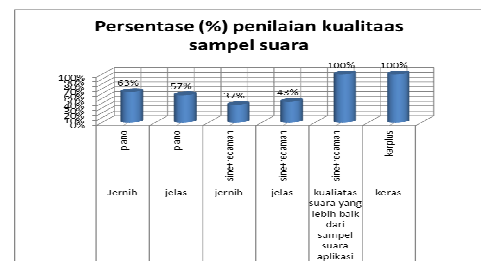
Pada grafik suara hasil rekaman sinus terdedam setelah proses fft terlihat perbandingan antara amplitudo terhadap frekuensi yang memiliki besar amplitudo tertinggi sebesar 1 setelah proses normalisasi pada frekuensi 1097.4 Hz dimana besar frekuensi setelah proses fft setengah dari frekuensi sampling.

Korelasi Silang. Pada grafik di bawah ini dapat dilihat bentuk sinyal dari sinyal piano dan sinus terdedam memiliki bentuk sinyal yang berbeda setelah proses fft.



Gambar 19 Grafik sinyal piano dan Sinus Terdedam

Hasil korelasi silang antara dua buah sinyal piano dan sine memiliki korelasi koefisien sebesar 0.2577. Dalam hal ini berarti kedua sinyal memiliki hubungan atau tingkat kesamaan yang lemah.



Gambar 20 Diagram persentase penilaian sampel suara

Dari diagram di atas dapat dilihat untuk kualitas suara jernih responden menjawab 63% piano, 37% Sinus Tereadam. Untuk kualitas suara yang jelas responden menjawab 57% piano, 43% Sinus Tereadam. Dan untuk kualitas suara yang keras responden menjawab 100% karplus. Sedangkan dari sampel yang dibangkitkan untuk sampel suara yang memiliki kualitas suara lebih baik, responden menjawab 100% Sinus Tereadam.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada proses pengambilan sampel suara, frekuensi sampling yang digunakan sebesar 8000 Hz dengan tempo 134 bpm. Jika tempo dinaikkan menjadi 140 maka suara atau lagu akan semakin cepat.
2. Pada proses frame blocking sinyal dipotong dengan ukuran frame sepanjang 160 persampel setiap pergeseran/overlap sebesar 80 dengan frekuensi sampling sebesar 8000 Hz.
3. Dari hasil korelasi silang antara dua sinyal yang berbeda, masing-masing hasil korelasi silang dari sinyal piano dengan sine sebesar 0.2328, piano dengan sinus teredam sebesar 0.2577, piano dengan karplus sebesar 0.4902, piano dengan wavetable sebesar 0.3617.
4. Untuk hasil persentase kualitas suara jernih responden menjawab 63% piano, 37% sinus teredam. Untuk kualitas suara yang jelas responden menjawab 57% piano, 43% sinus teredam. Dan untuk kualitas suara yang keras responden menjawab 100% karplus. Sedangkan dari sampel yang dibangkitkan untuk sampel suara yang memiliki kualitas suara lebih baik, responden menjawab 100% sinus teredam.

SARAN

Pada penelitian ini masih terdapat beberapa kekurangan oleh karena itu saran yang diberikan untuk penelitian lebih lanjut adalah sebagai berikut :

1. Alat musik yang digunakan pada pengujian program agar lebih bervariasi lagi.
2. Untuk pengembangan aplikasi selanjutnya agar lebih menambahkan bermacam-macam effect suara.

3. Untuk software perekaman yang dipakai agar lebih memilih jenis software yang memiliki kualitas lebih bagus dan lebih lengkap.
4. Untuk pengembangan aplikasi selanjutnya agar mengembangkan aplikasi piano secara realtime dengan kunci-kunci nada yang ditekan secara bersamaan

DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, dkk (2009). *"Konversi Nada-Nada Akustik Menjadi Chord Menggunakan Pitch Class Profile"*. ITS. Surabaya.
- Supriansyah, Handoko Putra, Dr.Yeffry, MT. 2013. *"Perancangan Sistem Pengenalan Nada Tunggal Keyboard (Orgen) Pada PC Berbasis Matlab"*. Jurusan Teknik Komputer Unikom-Jurusan Magister Sistem Informasi Unikom.
- Suksmadana, I Made Budi. 2004. *"Praktikum Pengolahan Sinyal Digital"*. Teknik Elektro - Universitas Mataram.
- Karplus,K., and A.Strong. 1983. "Digital Synthesis of Plucked-String and Drum Timbres." *Computer Music Journal* 7(2): 43-55.
- Marshall, Prof. David, and sidorov, Dr Kirill. "Digital Audio Sunthesis". CM3106 Chapter 5. School of Computer Science & Informatics Cardi University, UK.



BAIQ NURJANAH, lahir di Gelogor pada tanggal 10 Juni 1990, Menempuh Pendidikan Program Strata 1 (S1) di Fakultas Teknik Universitas Mataram sejak tahun 2009.